

クモの直腸囊 (rectal bladder)¹⁾の 一機能に関する研究

上 田 吉 郎

金沢大学理学部生物学教室

A Study on the Function of the Rectal Bladder of Spiders

Yoshiro UEDA

Institute of Biology, Faculty of Science, Kanazawa University

一般に、造網性のクモは比較的乾燥した環境に生息していると思われ、このようなクモが生存して行くためには能率的な水分保持の機構が必要であると考えられる。従って、このようなクモの水分保持の機構は興味ある問題である。

昆虫において以前から排泄物からの水の再吸収が論議されてきた。昆虫では水の再吸収が直腸に存在するいわゆる *rectal glands*, その他でなされていることが WIGGLESWORTH (1932) 以来明らかにされて来た。

一方、クモにおいてはこのような器官の存在は報告されていないが、クモは後腸部に直腸囊を持っている。その機能については今日まで単に糞を一時ためておく場所であると考えられてきたが、それ以外の機能についての観察および実験は全くない。本研究はこの直腸囊が昆虫の直腸部にみられるような水分保持に関係しているかどうかを知るために行なわれたものである。

本論に先立ち、御指導いただいた金沢大学の益子帰来也教授、金沢医科大学の朝倉弘修助教授および追手門学院大学の八木沼健夫教授に深く感謝の意を表する。

材 料 お よ び 方 法

材料としてオニグモ *Araneus ventricosus* (L. KOCH), ジョロウグモ *Nephila clavata* L. KOCH, ヨクサグモ *Agelena opulenta* L. KOCH の雌の成体を用いた。

クモを 50 ml のビーカーに入れてガーゼでおおい、このビーカーをさらに腰高シャーレ (直径 9 cm, 高さ 8 cm) の中に入れ、シャーレを密封した。このシャーレの中に NaCl 飽和溶液あるいは CaCl_2 を入れて、その中の湿度をそれぞれ 75%, 10% に保った。恒温器内の湿度は 55% に保たれていたため、55% についてはシャーレのふたを取り去って行なった。実験は 25°C の恒温器内で行なわれた。オニグモの場合に限り実験の前一週間毎日餌としてハエ (一匹) を与え、他のも

1) 従来、糞囊 (fecal sac, stercoral pocket) と呼ばれているものである。

のは採集後ただちに用いた。実験中はすべて絶食とし、餌も水も与えなかった。腸，マルピーギ管，直腸囊の内容物は双眼実体顕微鏡下で観察した。

直腸囊内容物の液体部分の割合は、注意深く肛門からキャピラリーをそうし内容物を吸い取り、その両端を封じ遠心（3000 r. p. m., 5 分）することによって測定した。その上澄を直腸囊内液として浸透圧測定に用いた。血液は KIRCHNER & KESTLER (1968) の方法に従って書肺から採取した。浸透圧測定は GROSS (1954) の測定法を改良して行なった。

結 果

採集直後と、湿度 10% および 55% で 5~10 日間絶食させた三種のクモの腸，マルピーギ管，直腸囊の内容物および直腸囊内容物の液体部分の割合を調べた。その結果は Table 1 に示す通りである。

Table 1. Amount of solid contents in the intestine, Marpighian tube and rectal bladder

Species	<i>A. ventricosus</i>			<i>N. clavata</i>			<i>A. opulenta</i>		
Humidity (%)	—	55	10	—	55	10	—	55	10
Starvation day	0	5~10	5~10	0	5~10	5~10	0	5~10	5~10
Intestine	S	S	S	S	S	S	S	S	S
Marpighian tube	S, L	L	L	S, L	L	L	S, L	L	L
Rectal Bladder	S	L	L	S	L	L	S	L	L
Percentage of bladder fluid	30~ 50	10~ 30	<15	20~ 50	10~ 40	<20	10~ 40	<20	<20

Amount of non-liquid substances, L: large, S: small.

採集直後の個体を解剖すると、腸内には長楕円体の黒褐色固形物が少量見られた。マルピーギ管には開口部付近に白色固形物（グアニン結晶を含むものと思われる）が少量見られるが、時にはかなり多く見られる場合もあった。直腸囊をおさえるとやわらかく感じられ、針で穴をあけると内容物は容易に外へ噴出した。直腸囊の内容物をキャピラリーで吸い取ることは比較的容易に行なうことが出来た。一方、湿度 10% および 55% で 5~10 日間絶食させた個体を解剖すると、腸の内容物は採集直後のものほとんど変化は認められなかったが、マルピーギ管内の白色固形物は一般にかなり多く、直腸囊はおさえるとかたく感じられ、針で穴をあけると粘稠な内容物がゆっくりと溢出した。直腸囊の内容物をキャピラリーで吸い取るとき困難をともなった。

直腸囊内容物の液体と固形成分の割合をみると、採集直後のオニグモにおいては液体部分が 30~50% を占め、湿度 55% で 5~10 日間絶食させた個体は 10~30%、湿度 10% で 5~10 日間絶食させた個体は 15% 以下であった。このように、液体部分の割合は絶食日数が増え湿度が低くなるに従って減少した。ジョロウグモ、コクサグモでも同様な傾向が認められた。体外排泄物は湿度や絶食日数を変化させても常に粘稠であり、いずれのクモにおいても明らかな変化は認められなかった。

次に湿度 55% で 1 日および 6~8 日間絶食させたオニグモとジョロウグモの血液および直腸嚢内液の浸透圧を測定した。Table 2 に示されるようにオニグモにおいては、1 日絶食させた個体の血液の浸透圧は 292~320 mM NaCl, 直腸嚢内液は 234~254 mM NaCl で直腸嚢内液の方が 55~83 mM NaCl 低調であった。6~8 日間絶食させた場合、それぞれ 292~369 mM NaCl, 253~327 mM NaCl で直腸嚢内液は低調であったが、血液との浸透圧差は 19~61 mM NaCl で減少する傾向を示した。ジョロウグモにおいては、1 日絶食させた個体の血液の浸透圧は 314~321 mM NaCl, 直腸嚢内液は 309~313 mM NaCl で直腸嚢内液がわずかに低調であった。しかし、8 日間絶食させた場合それぞれ 298~307 mM NaCl, 305~372 mM NaCl で直腸嚢内液の方が 7~65 mM NaCl 高調であった。このように絶食日数が増えると血液の浸透圧はいくらか高くなる傾向が認められるが、それにも増して直腸嚢内液は著しく変化した。

Table 2. Osmotic pressure of the blood and bladder fluid in starvation conditions (humidity: 55%)

A. ventricosus

Starvation day	Spider	Osmotic pressure (mM NaCl)		
		(A) blood	(B) bladder fluid	(A)-(B)
1	a	317	234	83
	b	320	254	66
	c	292	237	55
6-8	d	369	308	61
	e	356	313	43
	f	292	253	39
	g	346	327	19

N. clavata

Starvation day	Spider	Osmotic pressure (mM NaCl)		
		(A) blood	(B) bladder fluid	(A)-(B)
1	h	321	310	11
	i	318	309	9
	j	314	313	1
8	k	298	305	-7
	l	299	335	-36
	m	307	372	-65

さらに湿度 75%, 55%, 10% でそれぞれ 8 日間絶食させたオニグモとジョロウグモの血液および直腸嚢内液の浸透圧を測定した。その結果を Table 3 に示す。オニグモにおいては、湿度 75% で絶食させた個体の血液の浸透圧は 321~362 mM NaCl, 直腸嚢内液の浸透圧は 308~353 mM

Table 3. Osmotic pressure of the blood and bladder fluid in different humidities at starvation of 8 days

A. ventricosus

Humidity (%)	Spider	Osmotic pressure (mM NaCl)		
		(A) blood	(B) bladder fluid	(A)-(B)
75	n	321	308	13
	o	362	353	9
55	p	356	313	43
	q	346	327	19
10	r	435	682	-247

N. clavata

Humidity (%)	Spider	Osmotic pressure (mM NaCl)		
		(A) blood	(B) bladder fluid	(A)-(B)
55	s	298	305	-7
	t	299	335	-36
	u	307	372	-65
10	v	400	428	-28
	w	333	455	-122

NaCl で、湿度 55% の場合それぞれ 346~356 mM NaCl, 313~327 mM NaCl でいずれも直腸囊内液が低調であった。しかし湿度 10% の場合、血液の浸透圧は 435 mM NaCl, 直腸囊内液は 682 mM NaCl で、直腸囊内液の方が 247 mM NaCl 高調であった。ジョロウグモにおいては、湿度 55% の場合血液の浸透圧は 294~307 mM NaCl, 直腸囊内液は 305~372 mM NaCl で、直腸囊内液の方が 7~65 mM NaCl 高調であった。湿度 10% の場合それぞれ 333~400 mM NaCl, 428~455 mM NaCl で直腸囊内液の方が高調であった。このように、オニグモにおいては湿度が低くなるに従って直腸囊内液は血液より低調から高調になった。しかし、ジョロウグモにおいてはいずれの湿度でも直腸囊内液の方が高調に維持されていた。

考 察

内容物の観察においては、絶食日数が増え湿度が低くなるに従って直腸囊内容物がより粘稠になり固形物の割合が多くなる傾向を示す。このことはさらに、直腸囊内容物の液体部分の割合の測定によっても明らかである。このように直腸囊内容物に顕著な変化が認められるにもかかわらず、腸内容物にほとんど変化が認められず、またマルピーギ管内容物にわずかに固形物が多くなることが認められるだけである。肛門から排出された糞は、いずれの条件下においても粘稠なも

のであった。これらのことから、少なくとも直腸囊が水の再吸収に関係していることが示唆されると思われる。絶食日数が増え湿度が低くなるに従って、直腸囊内液が血液より低調から等調に、さらに高調になることは上述の示唆を支持するものであろう。絶食させた場合、クモは餌も水も得られず従って直腸囊での水の再吸収が強く行なわれていると考えられる。

オニグモとジョロウグモを湿度 10% で 8 日間絶食させた場合とジョロウグモを湿度 55% で 8 日間絶食させた場合、明らかに直腸囊内液は血液より高調である。このことは、直腸囊で行なわれている水の再吸収は、その機構はなお明らかでないが、濃度勾配に逆らった **active** なものであることを示唆するものと思われる。

内容物の観察によって、絶食日数が増え湿度が低くなると、マルピーギ管内容物にわずかに固形物が多くなることが認められた。このような変化が見られたことは、マルピーギ管も水の再吸収に関与している可能性を示しているように思われる。

オニグモにおいては、採集直後と湿度 55% で 8 日間絶食させた場合明らかに直腸囊内液は血液より低調で、湿度 10% で 8 日間絶食させた場合始めて血液より高調になる。一方ジョロウグモにおいては、採集直後の場合は直腸囊内液は血液よりわずかに低調であるが、湿度 55% で 8 日間絶食させた場合にはすでに直腸囊内液は血液より高調になっている。また、著者はオニグモがジョロウグモよりはるかに絶食に耐え得ることを観察している。これらの相違は、種による生理的あるいは生態的差異と関係していると思われ興味深い。

Summary

1. The present study deals with the role of the rectal bladder of spiders in the water conservation.

2. In the experiments, adult females of the following species were used: *Araneus ventricosus* (L. KOCH), *Nephila clavata* L. KOCH and *Agelena opulenta* L. KOCH.

3. The contents in the intestine, Marpighian tube and rectal bladder of spiders bred in the different conditions were compared. The influences of starvation and humidity on the osmotic pressure of the blood and the rectal bladder fluid were investigated.

4. It was recognized that the liquid part in the rectal bladder decreased and the osmotic pressure increased more than that of blood did in accordance as the days of starvation increased and humidity lowered.

5. The results obtained seem to suggest that the rectal bladder plays a role of the active reabsorption of water.

文 献

- ANDERSON, J. F. 1966. The excreta of spiders. *Comp. Biochem. Physiol.*, 17: 973-982.
- GROSS, W. J. 1954. Osmotic responses in the sipunculid *Dendrostomum*. *J. Exp. Biol.*, 31: 402-423.
- KIRCHNER, W. & KESTLER, P. 1968. Untersuchungen zur Kälteresistenz der Schilfradspinne *Araneus cornutus* (Araneidae). *J. Insect Physiol.*, 15: 41-53.
- WIGGLESWORTH, V. B. 1932. On the function of the so-called 'Rectal Glands' of insects. *Quart. J. Micro. Sci.*, 75: 131-150.
- 八木沼健夫 1960. 原色日本蜘蛛類大図鑑. 保育社, 大阪, pp. 1-197.
- 1966. 動物系統分類学. 中山書店, 東京, 7 (中A): 231-244.